

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-213794

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月11日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	F I
G 0 2 F 1/1333	5 0 0	G 0 2 F 1/1333 5 0 0
1/1337	5 0 5	1/1337 5 0 5
1/1343		1/1343

審査請求 有 請求項の数15 O L (全 14 頁)

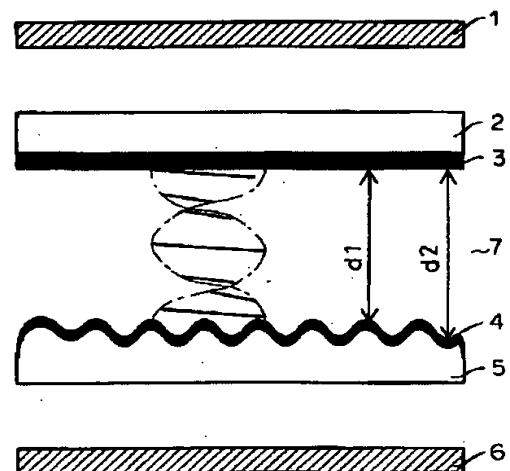
(21) 出願番号	特願平9-108624	(71) 出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22) 出願日	平成9年(1997) 4月25日	(72) 発明者	池野 英徳 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平8-108812	(72) 発明者	鈴木 照晃 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(32) 優先日	平8(1996) 4月30日	(72) 発明者	加納 博司 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 鈴木 章夫
(31) 優先権主張番号	特願平8-319465		
(32) 優先日	平8(1996) 11月29日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 270度を越える高ツイスト角の液晶層構造を用いている電気光学的表示素子において、階調表示を行うための障害となっていたヒステリシスを無くし中間調表示が可能な電気光学的表示素子を提供する。

【解決手段】 液晶層7を挟んで配置される第一透明電極3と第二透明電極4の少なくとも片方の液晶層側の表面に不規則で微細な凹凸面を構成する。例えば、第二透明電極4の表面を凹凸状とすることで、液晶層7の層厚がd1、d2と部分的に相違され、液晶層7における電界強度が部分的に相違される。これにより、各部におけるヒステリシスが00する部分によって相殺され、液晶層7全体としてヒステリシスが解消され、中間調表示が可能にする。



- 1 第一偏光板
- 2 第一透明基板
- 3 第一透明電極
- 4 第二透明電極
- 5 第二基板
- 6 第二偏光板
- 7 液晶層

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一方が透明に形成された第一電極と第二電極との間に 270 度以上ねじれた層構造の液晶層を介在させた液晶表示装置において、前記第一電極と第二電極との間に印加される電圧により前記液晶層に生じる電界強度が部分的に相違されるように構成したことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 第一電極または第二電極の一方はその表面に凹凸が形成され、この凹凸により液晶層の層厚が部分的に相違されてなる請求項 1 の液晶表示装置。

【請求項 3】 第一電極または第二電極の一方はその表面に凹凸が形成され、かつその凹部には液晶層の誘電率と同等もしくは低い誘電率を有する有機もしくは無機の物質が埋め込まれて、液晶層の層厚が均一に形成されてなる請求項 1 の液晶表示装置。

【請求項 4】 表面に凹凸が形成される電極は、表面が凹凸面に形成された基板の表面上に成膜された構成である請求項 2 または 3 の液晶表示装置。

【請求項 5】 表面に凹凸が形成される電極は、表面が平坦な基板に無機または有機の膜を有し、この膜の膜厚を変化させて形成された表面の凹凸面上に成膜された構成とされる請求項 2 または 3 の液晶表示装置。

【請求項 6】 第一電極または第二電極の表面に形成される凹凸の形状における特徴により、フィンガーテクスチャーと呼ばれる配向欠陥の発生が抑制されている請求項 2 ないし 5 のいずれかの液晶表示装置。

【請求項 7】 第一電極または第二電極が、その表面に形成される凹凸の表面形状において長く連なる谷線を有さず、個々の凹部および凸部の内の特に凹部が、互いに尾根状の凸部により分離されている請求項 2 ないし 6 のいずれかの液晶表示装置。

【請求項 8】 第一電極または第二電極が、その表面に形成される凹凸の表面形状において、1 画素に相当する領域内に含まれる個々の凹部の深さに関し、ランダムに広い分布を有するように構成されている請求項 2 ないし 7 のいずれかの液晶表示装置。

【請求項 9】 少なくとも一方が透明に形成された第一電極と第二電極との間に 270 度以上捻れた層構造の液晶層を介在させた液晶表示装置において、1 画素中における液晶分子の立ち上がる方向が異なる領域が複数存在することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 10】 第一電極と第二電極の少なくとも一方にある液晶分子の電極表面における液晶分子のプレティルト角の発現方向を異ならせることにより液晶分子の立ち上がる方向を隣り合う領域で異ならされる請求項 9 の液晶表示装置。

【請求項 11】 第一電極または第二電極の少なくとも一方は、電極上に形成された配向膜に対して特定の方向に第一の配向処理が行われ、かつ 1 画素中において複数の個の窓を有する無機または有機膜からなるマスクを介し

て第一の配向処理を行った方向と異なる方向の配向処理が行われて領域毎にプレティルト角の方向が相違され、液晶層内における液晶分子の立ち上がり方向が異ならされる請求項 9 または 10 の液晶表示装置。

【請求項 12】 第一電極または第二電極の少なくとも一方は、その表面に微小凹凸が形成され、この凹凸上に配向処理が行われ、凹凸面上に配列する液晶分子に基板平面に対するティルト角が持たせられ、1 画素中のプレティルト角の方向が異ならせることで、液晶層内における液晶分子の立ち上がり方向が 1 画素内において異ならされる請求項 9 または 10 の液晶表示装置。

【請求項 13】 液晶中にモノマーと重合開始材を混合し、単一方向に配向処理を行った第一電極と第二電極の間に充填した液晶素子の状態において外部からの刺激によりモノマーが重合されて液晶中に高分子のネットワークが形成され、液晶分子が高分子のネットワークに沿って配列されることにより、第一電極と第二電極間に電界が印加された際の液晶層内における液晶分子の立ち上がり方向が異ならされることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 14】 第一電極および第二電極は透明電極として構成され、それぞれ第一透明基板、第二透明基板の対向する表面に形成され、透過型の液晶表示装置として構成される請求項 1 ないし 13 のいずれかの液晶表示装置。

【請求項 15】 第一電極または第二電極の一方は透明電極として構成され、他方は反射電極として構成され、反射型の液晶表示装置として構成される請求項 1 ないし 13 のいずれかの液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は液晶表示装置に関し、特に中間調の再現性を改善した液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から用いられているツイストネマティック構造を用いた液晶表示装置の動作原理を図 19 を用いて説明する。同図はこの種の液晶表示装置の構造の模式的な断面図である。ここでは図の上側から下方に向けて光が入射するとして、光の入射側から順に、入射光を一定の方向の振動成分のみを透過させる第一偏光板 1、表面が平坦となるように研磨された透明基板 2、この透明基板 2 上に塗布されたITO（インジウム・ティン・オキシド）に代表される第一透明電極 3、複屈折性を有する物質で作られた液晶層 7、第一透明電極 3 と対向するように配置された第二透明電極 4、この第二透明電極 4 が塗布されている平坦な第二透明基板 5、さらに第二偏光板 6 が重ね合わされている構造を有する。液晶層 7 は、第一透明電極 3 と第二透明電極 4 の間でギャップ d の間に介在されており、液晶層 7 を構成する液晶分子の層構造は、第一透明電極 3 と第二透明電極 4 の間

で捻じれた層構造となっている。

【0003】この捻じれたネマティック構造の液晶表示装置の動作原理は、第一透明電極3と第二透明電極4に電圧が印加されていない場合においては、外部から光が入射される（第一偏光板1側から入射するものとする）と入射した自然光は第一偏光板1により直線偏光に変換され第一透明基板2、第一透明電極3を透過して液晶層7に入射する。液晶層7に入射した光は、液晶の持つ複屈折性により偏波面が変化しながら第一透明電極3の対向にある第二透明電極4に到達する。その後、光は、第二透明電極4と第二透明基板5を透過し、第二偏光板6により任意の方向の光成分が切り取られる事により第一の光学状態を作り出す。一方、第一透明電極3と第二透明電極4に電圧が印加されると、液晶層7を構成している液晶分子は、液晶分子の持つ誘電率異方性により印加された電圧に従ってその配列を変化させる。そのため、液晶層7の持つ複屈折率が変化し液晶層7を透過した光が第二透明電極4に到達したときの光の偏波面が、第一透明電極3と第二透明電極4へ電圧を印加しなかった場合と比較して異なるため第二の光学状態を作り出す事が可能である。したがって、第一透明電極3と第二透明電極4へ印加する電圧の大きさにより、第一の光学状態と第二の光学状態の間を変化させることが可能となるため光のスイッチングが可能となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような従来の液晶表示装置においては、液晶層のねじり角を増加させ270度より大きくした場合、外部から印加した電界により液晶層中心の分子が取り得る傾き角は液晶層に印加する電圧の大きさによりS字型の軌跡を取ることが知られている。このように液晶分子の傾き角がS字型の軌跡を取るようになると、電圧の昇圧時と降圧時にそれぞれ異なる液晶分子の配列状態が生じ、2状態が入り交じる結果フィンガーテクスチャーと呼ばれる配向欠陥が観察される。図20に配向欠陥が発生した様子を表す写真を示した。この配向欠陥は、十分に電圧が印加された場合及び電圧が印加されない場合には観察されず、中間電圧を印加した場合にのみ観察することが可能である。結果として、全体としては図21に示したように光学応答に大きなヒステリシスが生じる。このようなヒステリシスが存在すると、同じ電圧でも2つ以上の安定点が生じてしまうため、ある一定の電圧を液晶素子に印加したとしても得られる液晶分子の配列状態は2状態以上存在することになり、印加電圧に対して透過率が一義的に決まらなくなり、中間調表示を行う事ができないと言う問題が生じる。

【0005】この問題に対し、300度のツイスト角を有するゲストホスト液晶でのヒステリシス効果の解消に関しては、「1996年5月、エス・アイ・ディ'96ダイジェスト テクニカルペーパー、35頁 (SID'96 Digest

t of Technical Paper, P35, 1996)」にアモルファスTNを用いた方法の提案があるが、この方法では、液晶の配向をアモルファス状態とするために、ラビング処理など液晶分子に初期配向を与える処理を行わない。そのためにこの方式では、液晶注入時に流動配向が生じやすく、また、注入時における温度管理が厳しいなど歩留まり良く生産に適しないという問題点がある。

【0006】本発明の目的は、理論的に液晶層中心の分子傾き角がS字型になるねじり角が270度よりも大きい液晶層を有する液晶表示装置においても外部からの電界印加に対してヒステリシスが無く中間調の再現性を改善し、生産が容易なように常温で液晶注入においても配向不良の生じる事のない液晶表示装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、少なくとも一方が透明に形成された第一電極と第二電極との間に270度以上ねじれた層構造の液晶層を介在させてなる液晶表示装置において、第一電極と第二電極との間に印加される電圧により液晶層に生じる電界強度が1画素内で部分的に相違されるように構成したことを特徴とする。例えば、第一電極または第二電極の少なくとも一方は、1画素内における表面に凹凸が形成され、この凹凸により液晶層の層厚が部分的に相違された構成とする。あるいは、第一電極または第二電極の少なくとも一方は、1画素内においてその表面に凹凸が形成され、かつその凹部には液晶層の誘電率と同等もしくは低い誘電率を有する有機もしくは無機の物質が埋め込まれて、液晶層の層厚が均一に形成された構成とする。この場合、表面に凹凸が形成される電極は、表面が凹凸面に形成された基板の表面上に成膜された構成とされ、あるいは、表面が平坦な基板に無機または有機の膜を有し、この膜の膜厚を変化させて形成された表面の凹凸面上に成膜された構成とされる。このような構成の液晶素子に対し第一電極と第二電極の間に電圧が印加されると、液晶層の層厚が変化しているために液晶層に印加される電界強度は、1画素内において厚みの違いにより1画素内で部分的に異なるようになる。その結果、液晶のしきい電圧と飽和電圧が1画素内において部分的に異なり、1画素として電圧対透過率特性を測定するとヒステリシスが発生するツイスト角度にも関わらずヒステリシスが解消され、中間調の表示が可能になる。

【0008】また、本発明は、少なくとも一方が透明に形成された第一電極と第二電極との間に270度以上捻じれた層構造の液晶層を介在させてなる液晶表示装置において、第一電極と第二電極の片方もしくは両方の電極表面における液晶の初期配向状態が画素内で不均一であり電圧を印加した際に液晶分子の立ち上がり方向が画素内において異なることを特徴とする。たとえば、第一電極または第二電極の一方の表面においてラビング方向が

1画素内において少なくとも2方向以上存在する構成とする。あるいは、第一電極または第二電極のその一方はその表面に微少凹凸が形成され、かつその凹凸上に形成された配向膜をラビング処理することにより、微少凹凸に沿って液晶を配向させ、これにより生じる液晶分子の傾き角度が1画素内において異なる構成とする。この構成においては、第一電極と第二電極の間に電界を印加した際には、初期配向状態の違いにより液晶分子の立ち上がる方向が、1画素内において異なる部分(領域)が複数存在するため、各領域の間にリバースティルトを原因とする領域境界線が生じる。この領域の大きさは基板上に作成した凹凸のピッチにほぼ等しくなる。すなわち、隣同士の領域が電圧を印加した際に同じ方向に立ち上がる場合には、双方が融合するために見かけ上の領域の大きさは大きくなる。一つの領域で生じた液晶分子の配列状態の変化は、領域境界線を越えて他の領域に影響を及ぼすことができない。したがって、複数の領域が1画素内に存在すると各々の領域ではヒステリシスが生じていても画素全体では外部から印加する電圧に対してヒステリシス無しで透過率の増減が生じ、270度を越えた液晶素子に特有のヒステリシス効果を解消することができる。

【0009】また、本発明の構成によれば、第一電極と第二電極との間に充填される液晶分子に対して配向膜から、初期配向状態を与えることになるため、液晶注入時や液晶パネルを圧迫した際に生じる液晶の流動に起因する初期配向不良は生じない。従って、液晶注入後に液晶の初期配向状態を安定させる目的で行われるアニール処理を省略することも可能である。

【0010】本発明は、第一電極または第二電極が透明電極として構成され、それぞれ第一透明基板、第二透明基板の対向する表面に形成され、透過型の液晶表示装置として構成され、あるいは、第一電極または第二電極の一方は透明電極として構成され、他方は反射電極として構成され、反射型の液晶表示装置として構成する事も可能である。

【0011】前記のように、本発明においては、270度を越えたツイスト角を有する液晶素子に特有のヒステリシス現象を解消するために、第一電極または第二電極の少なくとも一方において、表面に微小な凹凸が形成されてなることを特徴とするが、詳細な実験により、この微小な凹凸の形状の微妙な違いにより、ヒステリシス解消の効果の程度に差が生じることが明らかとされた。すなわち、本発明において、第一電極または第二電極の少なくとも一方に形成される微小な凹凸は、その凹凸形状において長く連なる谷線を有さず、個々の凹部および凸部の内の特に凹部が、互いに尾根状の凸部により分離されてなる形状が好ましいことが判明した。このような好ましい凹凸形状とは異なり、その凹凸形状において長く連なる谷線を有する場合には、前述のフィンガーテクス

チャーと呼ばれる配向欠陥が、この谷線に沿って出現し、ヒステリシスが完全には解消されない。一方、本発明における好ましい凹凸形状においては、個々の凹部が互いに尾根状の凸部により分離されているため、配向欠陥が長く連なって出現することがなく、よって、ヒステリシスを解消する事ができる。

【0012】さらに、前記のように、凹凸形状において長く連なる谷線を有さず、個々の凹部が、互いに尾根状の凸部により分離されてなる形状とした上で、1画素に相当する領域内に含まれる個々の凹部の深さに関し、ランダムに広い分布を有するように構成した場合には、より好ましい階調表示を行うことが判明した。個々の凹部に相当する領域における液晶の配向状態の変化を誘起する閾値電圧は、その凹部の深さに応じて定まる。よって、上述のように、個々の凹部の深さに関し、ランダムに広い分布を有するように構成した場合には、個々の凹部における閾値が広く分布するため、階調特性がなめらかになり、よって表示可能な階調数を大きくすることができる。

【0013】本発明において、第一電極または第二電極の一方を透明電極として、他方を反射電極として構成し、反射型の液晶表示装置として構成する場合には、前記の微小な凹凸を有する電極を反射電極として構成することができる。反射型の液晶表示装置において、反射板の表面形状、およびその表面形状に基づく反射特性(光の入射角および検出角と反射率との関係)は、表示の明るさに大きく影響することから特に重要であるが、本発明においては、反射電極の表面形状を、前記のようなヒステリシスの解消に好ましい形状とした上で、明るい表示を実現できる形状とすることが可能である。

【0014】

【発明の実施の形態】

【第1の実施形態】次に、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明の第1の実施形態の構成を示す模式的な断面構造図である。この液晶表示装置は、第一偏光板1、第一透明基板2、第一透明電極3、液晶層7、第二透明電極4、第二透明基板5、第二偏光板6の順序に重ね合わされた構造を有している。この構造において、第一偏光板1、第一透明基板2、第一透明電極3、第二偏光板6は従来例と同じ構造である。また、液晶層7は第一透明電極3と第二透明電極4の間において270度以上450度未満のねじれ角を有している。これに対し、第二透明基板5は、少なくとも液晶層7に接する面が粗面化された構造を有しており、例えば第二透明基板5をエッチング、サンドブラスト、研磨などの方法により加工する事により粗面化を実現している。ここでは、表面が連続する波形の凹凸断面となるように粗面化を行っている。そして、この粗面化された表面上にITO等の透明電極を蒸着、スパッタ、塗布などの方法により成膜して第二透明電極4を得ている。しか

る上で、この第二透明電極4および第二透明基板5に対して凹凸の凸部においてギャップd1となるように前記第一透明電極3を有する透明基板2を対向させ、両者間に液晶層7を介在させた構成を作製することで液晶表示装置を構成している。

【0015】この構成によれば、液晶層7は第二透明基板の表面に形成された波形の凹凸に従い、第一、第二の各透明電極3、4のギャップ、すなわち液晶層7の層厚がd1からd2まで連続的に変化された構成とされる。このため、例えば、第一偏光板1側から入射した光は、第一偏光板1を透過した際にあらゆる偏光面を有する自然光から直線偏光に変化され、さらに第一透明電極3を透過し液晶層7に入射する。この液晶層7へ入射した光は、液晶層7を構成している液晶分子が有する屈折率異方性により偏波面が回転する。その後、光は第二透明電極4と第二透明基板5を透過し第二偏光板6に到達する。そして、第二偏光板6においては、液晶層7において回転した偏波面を任意の角度で切り取ることで表示を行うことができる。

【0016】ここで、液晶層7の膜厚は第二透明基板5の表面に作成された1画素内に複数存在する凹凸によって場所により膜厚がd1からd2まで変化する。そのため、液晶層7にかかる電界の強度が、凹凸に対応して部分毎に異なるようになる。この結果、液晶層7の層厚の相違に伴って液晶層7内の電界分布に分散が生じ、液晶のしきい電圧と飽和電圧に部分的な変化が生じる。このため、各部分毎では従来と同様なヒステリシスが生じているものの、このヒステリシスにより生じる前記したような現象は、1画素内に多数の異なるしきい電圧を有する部分が存在することにより平均化され、結果として1画素全体でみれば、図2に示すようにヒステリシスが減少されることになる。したがって、従来中間調を表示する事のできなかった270度を越えるねじれ角の液晶においても、その状態が外部から印加する電圧により一意的に決定されるため、安定な中間調を得ることができ、中間調の表示を改善することが可能となる。これにより、多階調表示のディスプレイやカラーフィルタを組み合わせる事によりフルカラー表示の液晶ディスプレイを作成する事も可能となる。

【0017】【第2の実施形態】前記第1の実施形態では、液晶層7の層厚を変化させるために第二透明基板5自身を研磨やエッチングなどの手法を用いて加工して凹凸を形成しているが、図3に模式的な断面図を示すように、平坦な第二透明基板5の表面に無機もしくは有機物質（例えばポリイミドやアクリル樹脂）の膜を必要だけ成膜し、この膜に対して表面の凹凸加工を行って粗面化膜8を形成し、この粗面化膜8の表面に第二透明電極4を形成してもよい。この構成においても、第二透明電極4の表面に凹凸が形成され、これにより液晶層7の層厚がd1からd2の範囲で部分的に変化されるため、第

1の実施形態と同様にヒステリシスを実質的に無くして中間調の表示を改善することが可能となる。

【0018】【第3の実施形態】図4は本発明の第3の実施形態を示す模式的な断面図である。この実施形態では、第1の実施形態において第二透明電極4の表面に形成されている凹凸の凹部分に液晶層7を構成する液晶分子のもつ誘電率と同等もしくは液晶分子の有する誘電率よりも低い誘電率を有する有機もしくは無機物質を埋め込んでレベリング膜9を形成している。この結果、この構成では、第二透明電極4の表面の凹凸にかかわらず、液晶層7の層厚は均一なものとなる。したがって、この構成では、レベリング膜9が厚く形成されている部分においては、外部から印加された電圧がギャップd2とd3により分割される事となり駆動電圧の実質的な低下が見られ、液晶層7に印加される電界強度に変化を与える事が可能になり、前記したように中間調の表示が改善できる。またその一方で、液晶層7自体の層厚は一定とされるため、液晶の配向に対してムラを生じさせることがなく、液晶の配向乱れに起因する表示への影響を無くす事が可能である。

【0019】また、この第3の実施形態においても、図5に模式断面図を示すように、第二透明基板5は平坦な基板を用い、その上に粗面化膜8を形成して凹凸を設け、その上に第二透明電極4を形成した上で、この凹凸の凹部に液晶層7を構成する液晶分子のもつ誘電率と同等もしくは液晶分子の有する誘電率よりも低い誘電率を有する有機もしくは無機物質を埋め込んでレベリング膜9を形成した構成を採用することも可能である。この、図5の実施形態においては、粗面化膜8の上に第二透明電極4を形成しているが、第二透明電極4の上に液晶分子の持つ誘電率と同等もしくは液晶分子の誘電率よりも低い誘電率を有する有機もしくは無機物質で粗面化膜8を形成するという構造も同様に可能である。この場合、液晶層7に印可される電圧は、粗面化膜8の凹部においてはギャップがd1となり、第一透明電極3と第二透明電極4の間に印可されている電圧がそのまま液晶層7に印可される。一方、粗面化膜8の凸部においては、粗面化膜8の厚みと液晶層7において印可された電圧がd2とd3で分圧されるため液晶層7に印可される実効的な電圧は減少する。したがって、液晶層7に印可される電界強度は、粗面化膜の凹部と凸部において異なる結果となり、前記したように中間調の表示が改善できる。

【0020】なお、前記した説明では、第一偏光板1側から光が入射された場合について説明したが、逆に第二偏光板6の方から入射しても全く同様の作用効果を得ることができる。また、各実施形態においては、液晶層7として捻じれたネマティック構造の液晶を用いているが、液晶層7をネマティック液晶に2色性色素を混ぜることにより得られるゲストホスト型の液晶を用いること

も可能である。この場合には、前記各実施形態における第一偏光板1と第二偏光板6を省略する事が可能であり、構成を簡略化する一方で、偏光板を必要とする方式に比べ明るい表示を得る事が可能であると言う効果もある。

【0021】〔第4の実施形態〕図6は本発明の第4の実施形態の模式的な断面図である。この実施形態では、前記各実施形態における第二透明電極4をアルミニウムなどの金属などで作成した光反射板兼電極10に変えることにより反射型の液晶ディスプレイへ適用した実施の形態である。ここでは、第二透明基板5の表面に微小な凹凸を形成し、この凹凸の表面にアルミニウムを蒸着する等して成膜して光反射板兼電極10を形成している。また、この光反射板兼電極10の凹部にレベリング膜9を形成して液晶層7の層厚を均一にしている。この構成では、第一偏光板1から入射した光は、位相差補償板11を通り第一透明基板2および第一透明電極3を介して液晶層7に入射する。その後、反射板兼電極10によって反射された光は入射時と逆の経路を通り偏光板1から外部に出射する。そして、この場合でも第一透明電極3と光反射板兼電極10との間のギャップが部分的に相違され、これにより液晶層7の層厚が部分的に変化されることで、液晶層7に印加される電界強度に変化を与える事が可能になり、前記したように中間調の表示が改善できる。またその一方で、液晶層7自体の層厚は一定とされるため、液晶の配向に対してムラを生じさせることがなく、液晶の配向乱れに起因する表示への影響を無くす事が可能である。

【0022】なお、本実施形態の場合においては、第二透明基板5としては特に透明である必要はなく、金属や高分子板、セラミックなどの不透明な基板を用いても何等問題にはならない。また、この実施形態では、バックライトを要しない反射型として構成されるため、低消費電力型の液晶ディスプレイを作成する事が可能であると言う効果もある。また、この図6の構成は、液晶層7をネマティック液晶に2色性色素を混ぜることにより得られるゲストホスト型の液晶を用いることも可能である。この場合には、第一偏光板1、位相差補償板11をも省略する事が可能であり、構成をさらに簡略化する一方で、偏光板を必要とする方式に比べ明るい表示を得る事が可能であり、これに加えてバックライトを要することもない。

【0023】〔第5の実施形態〕図7は、本発明における第5の実施形態の構成を示す模式的な断面構造図である。この液晶表示装置は、第一偏光板1、第一透明基板2、第一透明電極3、第一配向膜12、液晶層7、第二配向膜13、第二透明電極4、第二透明基板5、第二偏光板6の順序に重ね合わされた構造を有している。この構造において、第一偏光板1、第一透明基板2、第一透明電極3、第一配向膜12、第二偏光板6は従来例と同

じ構造である。また、液晶層7は第一透明電極3、第二透明電極4の間において270度以上450度未満のねじれ角を有している。第二透明基板5は、少なくとも液晶層7に面する側面が粗面化された構造を有しており、たとえば第二透明基板5を直接エッチング処理などの方法により加工する、あるいは、あらかじめポリッシングされた第二透明基板5を弗酸などにより溶かして目的とする粗面化表面を実現している。そして、この粗面化された表面上にITO等の透明電極をスパッタ、あるいは、

10 は、塗布や蒸着などの方法により成膜することにより第二透明電極4を得ている。しかる後に、この第二透明電極4の表面に液晶分子に対して初期配向を与える目的で第二配向膜13を作成する。第一配向膜12と第二配向膜13はラビング法等の手段により配向処理を行い、この第二配向膜13が凹凸部の凸部においてギャップd1となるように、また、第一配向膜12の初期配向方向と第二配向膜の初期配向方向が液晶層7の固有ピッチとギャップd1から算出されるツイスト角度にほぼ等しくなるように、第一配向膜12と向き合うように組み合わせ、両者間に液晶層7を介在させた構成を作成することで液晶表示装置を構成している。この構造では、第一配向膜12と第二配向膜13は、ラビングなどの方法により初期配向規制力を液晶層7に対して与えることが可能であるため、重ね合わせた第一透明基板2と第二透明基板5の間に液晶を注入して液晶層7を作成する際にも液晶が配向膜上を流動することにより発生する流動配向を抑制することが可能である。

【0024】このように作成された液晶素子に対して外部から光が入射した場合、例えば第一偏光板1側から入射した光は、第一偏光板1を透過した際にあらゆる偏光面を有する自然光から直線偏光に変換され、さらに第一透明電極3、第一配向膜12を透過し液晶層7に入射する。この液晶層7へ入射した光は液晶層7を構成している液晶分子が有する屈折率異方性により偏波面が回転する。その後、光は第二配向膜13、第二透明電極4、第二透明基板5を透過して第二偏光板6に到達する。そして第二偏光板6においては、液晶層7において回転した偏波面を任意の角度で切り取ることにより表示を行うことが可能になる。このとき第一透明電極3と第二透明電極4の間に電界を印加すると液晶層7の屈折率異方性が変化する。その結果、第一透明電極3と第二透明電極4の間に電圧を印加した部分と印加しない部分では、液晶層7の屈折率異方性が異なるため、電圧を印加した部分と電圧を印加しない部分における表示の差が生じてON状態とOFF状態を表せる。

【0025】ここで、第二透明基板5の表面において液晶層7を構成する液晶分子は、第二透明基板5の表面と平行に配列するため、図7における $\theta 1$ と $\theta 2$ のような凹凸形状に依存したプレティルト角を有する領域1と領域2に分かれる(ただし、 $\theta 1$ と $\theta 2$ は説明のための便

宜的な物であり、すべての場所で同一の角度である必要はない)。液晶に電圧を印加しない場合においては、液晶層7内部は安定状態にあるため、液晶層7は、均一な配向状態を保つが、第一透明電極3と第二透明電極4の間に電界を印加すると領域1と領域2においてプレティルト角が異なることから液晶分子の立ち上がる方向が異なり、その結果、領域1と領域2の間に液晶分子の傾き角における不連続部分である領域境界線が発生する。この領域境界線は、領域1と領域2の間に生じるためその一つ一つの大きさは第2透明基板5に作成された凹凸のピッチにほぼ等しくなる(領域1の隣に存在する領域が領域1であった場合には、双方が融合するために見かけ上の領域の大きさは大きくなる場合もある)。この結果、図8に示すように領域境界線で囲まれた部分(ドメイン)内で生じた変化(ON状態からOFF状態、あるいは、OFF状態からON状態)は領域境界線を越えて他の領域に影響を及ぼすことができないため、ミクロ的に見れば各ドメインでは従来と同様なヒステリシスが生じているものの、マクロ的に見れば変化する領域が外部から印加する電圧に依存して増減するために図2に示すようなヒステリシスを生じない光学応答を得ることが可能になる。したがって、従来用いられている液晶素子全体を単一の領域とする方法では避けることができなかった270度を越えるねじれ角を有する液晶においても、その状態が外部から印加する電圧により一意的に決定されるようになり、安定な中間調を得ることが可能となる。

【0026】[第6の実施形態] 図9は、本発明による第6の実施形態を示す図である。前記第5の実施形態では、液晶層7にプレティルトを与えるために第二基板上に設ける凹凸を第二基板5自身を研磨やエッチングなどの手法を用いて加工を行うことで凹凸を形成したが、図9に示すように、平坦な第二透明基板5の表面に対して無機もしくは有機質の膜を必用だけ成膜し、この膜に対して表面の凹凸加工を行ったり、無機もしくは有機質の膜を所用の凹凸を作成するように印刷法などの手段によって転写することで粗面化膜8を形成し、この粗面化膜8の表面に第二透明電極4を形成しても何ら問題がない。この構成においても、第二透明電極4の表面に凹凸が形成され、第二配向膜13を介して液晶層7に対して凹凸形状に依存したプレティルト角を与えることができる。したがって、図9に示した構成においても前記第5の実施の形態と同様な効果を与えることが可能となる。

【0027】[第7の実施形態] 図10は、本発明の第7の実施形態を示す模式的な断面図である。この実施形態では、前記第5の実施形態において、液晶層7にプレティルトを与えるために第二基板上に設ける凹凸を第二基板5自身を研磨やエッチングなどの手法を用いて加工を行うことで凹凸を形成し液晶層7に対して部分的に異なるプレティルトを与えていたのに対して、本実施形態

においては、第二配向膜13を異なる方向にラビングすることで画素内におけるプレティルト角度の方向を変えて領域1と領域2を分離する。このような構造にするためには、第二配向膜13の表面を一定の方向にラビングを行い、図10の $\theta 1$ となる方向とプレティルト角度を有する配向膜を作成する。その後、第二配向膜13上に領域2の部分に穴をあけたメタルマスクやレジスト膜などを重ねて再びラビング処理を行う。このようにすることにより、領域2は2度目のラビング方向に向かって $\theta 2$ のプレティルト角度を液晶に与えることが可能な配向膜が可能となる。このような配向処理を行った、第二透明基板5と第一等明記板2を重ね合わせて間隙に液晶を注入することにより液晶層7を有する液晶素子を作成することが可能となる。

【0028】本実施形態の構造においては、第一透明電極3と第二透明電極4の間に電界を印加した際に、領域1と領域2においてプレティルト角が $\theta 1$ と $\theta 2$ となっているため、液晶分子の立ち上がる方向がそれぞれ異なり、領域1と領域2の間に不連続部分が生じ、ここが領域境界14となる。本発明によれば液晶層7のツイスト角は270度以上であるために領域1と領域2の各々の部分をミクロ的に見ると図21の従来例に示したようなヒステリシス特性を有するため、ある電圧を越えるとON状態とOFF状態が入れ替わる。しかしながら、本発明のように1画素内を領域1と領域2に分離すると、その間に生じる領域境界14のために、ある領域でON状態とOFF状態が入れ替わってもその影響は領域境界14によって隣接した領域に及ぼされない。したがって、本実施の形態においても第5の実施形態と同様に1画素全体ではヒステリシスの効果を実質的になくして中間調表示を改善することが可能となる。また、本実施形態においても第一配向膜12と第二配向膜13はラビング処理がなされているため、液晶注入時においても流動配向などの不要な配向欠陥を抑止することができる。

【0029】[第8の実施形態] 図11は、本発明の第8の実施形態を示す模式的な断面図である。本発明の第5の実施形態から第7の実施形態までは、第二透明基板5の表面もしくは配向膜13を加工することにより基板表面におけるプレティルト角を画素内の部分部分で異ならせ、領域1と領域2を得ていたが、本実施形態においては、液晶層内に高分子成分を分散させることにより液晶層内のバルク部分において電界を印加した際に液晶分子が立ち上がる方向を変えさせて領域1と領域2を分ける手法を取る。具体的には、第一透明電極3と第二透明電極4の表面に作成されている第一配向膜12と第二配向膜13にプレティルトがほぼ0度である配向膜を採用し、ラビング処理を行う。その後、所定のツイスト角度を取るよう第一透明基板2と第二透明基板5を重ね合わせる。液晶層7は、ネマティック液晶に紫外線や熱を加えることにより高分子となるモノマーと重合開始材で

あるオリゴマーをわずかに（液晶に対する重量比で0.1wt%〜5wt%）混合し、第一配向膜12と第二配向膜13によって挟まれた間隙に注入することで作成する。注入後、液晶素子を液晶層7が液体相になるまで加熱し、電圧もしくは磁界を印加しながら冷却を行い、液晶に依存した特定の温度において液晶素子に紫外線などの外部からの刺激を与えることにより液晶層7中に混合されたモノマーが反応し高分子16のネットワークを形成する。このようにして作成した場合には、液晶分子に電界がかかっている状態においてモノマーの高分子化を行うため、高分子が液晶のティルト角に従って配列する。そのため高分子16も液晶にティルトを与えるような角度を有してネットワークを形成する。したがって、液晶層7に印加する電界を0にしても液晶層7の中央部分において、液晶分子は領域1と領域2でそれぞれ異なるティルト角を有しており、再度液晶層7へ電界を印加すると領域1と領域2で液晶分子の立ち上がる方向が異なり領域境界14が生じる。その結果、第5の実施形態から第7の実施形態と同様の理由によりそれぞれの領域においては、ヒステリシスが生じているが、1画素全体では図2のようなヒステリシスのない光学応答特性を得ることが可能となる。また、本実施の形態においても第一配向膜12と第二配向膜13はラビング処理がなされているため、液晶注入時においても流動配向などの不要な配向欠陥を抑止することが可能である。

【0030】なお、前記第5の実施形態から第8の実施形態においては、第一偏光板1側から光が入射された場合について説明を行ったが、逆に第二偏光板6の方から光を入射させてもまったく同様の作用効果を得ることが可能である。また、各実施形態において液晶層7として捻じれたネマティック構造の液晶を用いているが、このネマティック液晶に2色性色素を混ぜることにより得られるゲストホスト型の液晶を用いることも可能である。また、液晶層7としてゲストホスト型の液晶を用いた場合においては、前記各実施形態における第一偏光板1と第二偏光板6を省略することも可能である。この場合には、液晶素子の構成を簡略化すると同時に、偏光板を必要とする方式に比較して偏光板による光のロスが無いために明るい表示を得ることが可能であるという効果もある。さらに、前記第5の実施形態から第8の実施形態において、第一偏光板もしくは第二偏光板の片方を偏向反射板とすることにより他方から入射する光を反射することが可能となり反射型の液晶素子を形成することが可能である。

【0031】〔第9の実施の形態〕図12は、本発明による第9の実施形態を示す図である。この実施形態においては、前記第5の実施形態から第8の実施形態における、第二透明電極4をアルミニウムなどの金属や誘電体多層膜構造とすることで光反射板兼電極10に変えることにより一体型の反射型液晶ディスプレイへ適用した実

施形態である。また、本実施形態においては液晶層7としてゲストホスト型の液晶を用いることで第二偏光板6だけでなく第一偏光板1も省略することが可能である。ここでは、第二透明基板5の表面に微小な凹凸を形成し、この表面にアルミニウムや銀等を蒸着するなどの方法により成膜することにより光反射板兼電極10を形成し、この光反射板兼電極10の上に第二配向膜13を作成することで画素内部を微小領域の領域1と領域2に分割して図2のようなヒステリシスの無い光学応答特性を得ることが可能となる。

【0032】〔第10の実施の形態〕図13は、本発明による第10の実施形態を示す図である。本実施形態においては第9の実施形態と同様に第二透明電極4をアルミニウムなどの金属や誘電体多層膜構造とすることで光反射板兼電極10とし、液晶層7としては、第5の実施形態から第8の実施形態までと同様に捻じれたネマティック構造を採用した場合である。本実施形態の場合においては、偏光板が一枚であるために、光学的な補償を行なう位相差補償板を組み合わせておくことで白黒表示を行なうことを可能としている。

【0033】なお、前記第9と第10の実施形態においては、光反射板10を形成する第二透明基板5としては特に透明な基板を用いる必要は無く、金属、高分子板、セラミックなどの不透明な基板を用いてもその動作には何等問題にはならない。

【0034】〔第11の実施の形態〕図14ないし図16は、本発明による第11の実施形態を示す図であり、前記各実施形態において用いることができる粗面化された電極の表面形状について説明する図である。まず、図14に示した例では、第二透明基板5の表面を#1000の研磨材により研磨した後、濃度25%のフッ酸で3分間処理し、波状の凹凸を形成した上にITO等の透明電極をスパッタ法により成膜し、第二透明電極6を形成した。同図に示した例における表面形状においては、全体として波状のランダムな凹凸を有しており、個々の凹部は尾根状の凸部により分離されており、よって、長く辿ることのできる谷線を有さない。

【0035】次に、図15に示した例では、図15

(a)に示されるように、第二透明基板5上に複数の柱状のベース構造81をランダムに形成し、続いて図15(b)に示されるように、ベース構造81を覆うように層間膜82を形成することにより粗面化膜8を形成し、しかる後にITO等の透明電極をスパッタ法により成膜し、第二透明電極6を形成した。同図に示した例における表面形状においては、全体としてランダムな山地状の凹凸を有しており、個々の凸部の間を辿るように谷線を有している。

【0036】また、図16に示した例では、図16

(a)に示されるように、第二透明基板5上に、複数のランダムな穴を特徴とするベース構造81を形成し、続

いて図 16 (b) に示されるように、ベース構造 81 を覆うように層間膜 82 を形成することにより粗面化膜 8 を形成し、しかる後に、ITO 等の透明電極をスパッタ法により成膜し、第二透明電極 6 を形成した。同図に示した例における表面形状においては、ランダムな凹部を特徴としており、個々の凹部は、尾根状の凸部により分離されており、よって、長く辿ることのできる谷線を有さない。

【0037】以上、図 14 ないし図 16 に示した表面形状の電極を用いて液晶表示装置を作成したところ、いずれの場合にもヒステリシスが低減され、階調表示特性の改善が見られた。特に、図 14 あるいは図 16 に示した表面形状の場合において、フィンガーテクスチャーと呼ばれる配向欠陥の発生が完全に抑制され、非常に良好な階調表示特性が得られた。これに対し、図 15 に示した表面形状の場合においては、その凹凸形状における谷線を辿るように配向欠陥が発生し、ヒステリシス低減の効果は図 14 あるいは図 16 の表面形状の場合ほど顕著ではなかった。

【0038】図 17 は、図 14 に示した表面形状の場合の中間調表示の様子を表す写真を示し、図 18 には、図 15 に示した表面形状の場合の中間調表示の様子を表す写真を示す。ただし、図 17 及び図 18 においては、図 14 及び図 15 における透明電極 6 のかわりに、アルミニウムを材料として光反射板兼電極を形成してあり、液晶層にはネマティック液晶に二色性色素を混ぜることにより得られるゲストホスト型の液晶を用いている。図 18 においては、配向欠陥の発生は見られず、オン状態の領域とオフ状態の領域とが混在している。これらの領域の面積比の、印加電圧に応じた変化により、非常に良好な多階調表示が可能であった。

【0039】なお、前記各実施形態においては、液晶層 7 を駆動する方法として能動素子を用いないスタティック駆動もしくは単純マトリクス駆動を行っている液晶表示装置として説明を行ってきたが、液晶層 7 を駆動する方法として液晶駆動素子を小さなピクセル単位に分割し、各々の素子に少なくとも 1 つの 2 端子もしくは 3 端子の能動素子をつけることによりアクティブマトリクス駆動を採用しても本発明による効果は変わらない。特に、この方式では各画素を独立して駆動することが可能となるため印加電圧を細かく制御することができ、より鮮明な中間調表示を得ることが可能である。また、前記各実施の形態においては、カラーフィルターを持たないモノカラー型の液晶表示素子に関して述べてきたが、前記各実施の形態に示したようなモノカラー型の液晶表示素子にカラーフィルターを付加することによりカラー表示を行うことが可能であることは言うまでもない。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、270 度以上のねじれ角の液晶層に加えられる電界強度が部分的

に相違するように構成しているので、本来ならばヒステリシスが発生し中間調表示ができない場合においても、液晶表示装置を全体としてみた場合でのヒステリシスを解消でき、滑らかな中間調表示を可能とし、ひいてはフルカラー表示の可能な液晶表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態の模式的な断面図である。

10 【図 2】第 1 の実施形態におけるヒステリシス特性を示す図である。

【図 3】本発明の第 2 の実施形態の模式的な断面図である。

【図 4】本発明の第 3 の実施形態の模式的な断面図である。

【図 5】本発明の第 3 の実施形態の別の実現形態における模式的な断面図である。

【図 6】本発明の第 4 の実施形態の模式的な断面図である。

20 【図 7】本発明の第 5 の実施形態の模式的な断面図である。

【図 8】本発明の第 5 の実施形態の別の実現形態における模式的な断面図である。

【図 9】本発明の第 6 の実施形態の模式的な断面図である。

【図 10】本発明の第 7 の実施形態の模式的な断面図である。

【図 11】本発明の第 8 の実施形態の模式的な断面図である。

30 【図 12】本発明の第 9 の実施形態の模式的な断面図である。

【図 13】本発明の第 10 の実施形態の模式的な断面図である。

【図 14】本発明の第 11 の実施形態の模式的な斜視図である。

【図 15】本発明の第 11 の実施形態の別の実施形態の模式的な斜視図である。

【図 16】本発明の第 11 の実施形態のさらに別の実施形態の模式的な斜視図である。

40 【図 17】本発明の第 11 の実施形態の液晶表示装置における、中間調表示時の様子を表す写真である。

【図 18】本発明の第 11 の実施形態の別の液晶表示装置における、中間調表示時の様子を表す写真である。

【図 19】従来の液晶表示装置の模式的な断面図である。

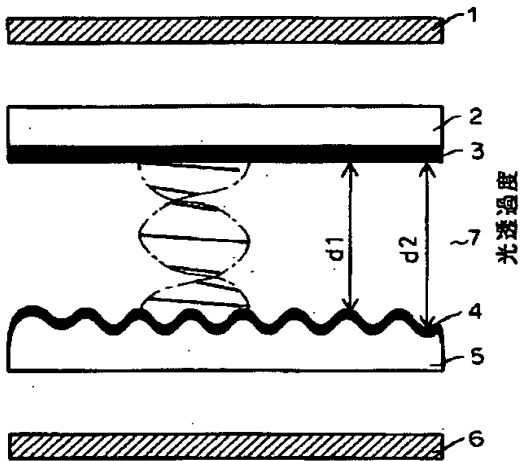
【図 20】従来の液晶表示装置における配向欠陥の様子を表す写真である。

【図 21】従来の液晶表示装置におけるヒステリシス特性を示す図である。

50 【符号の説明】

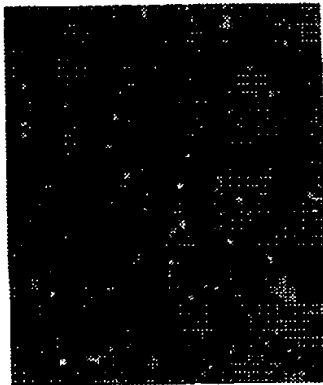
- 1 第一偏光板
- 2 第一透明基板
- 3 第一透明電極
- 4 第二透明電極
- 5 第二透明基板
- 6 第二偏光板
- 7 液晶層
- 8 粗面化膜
- 9 レベリング膜

【図1】



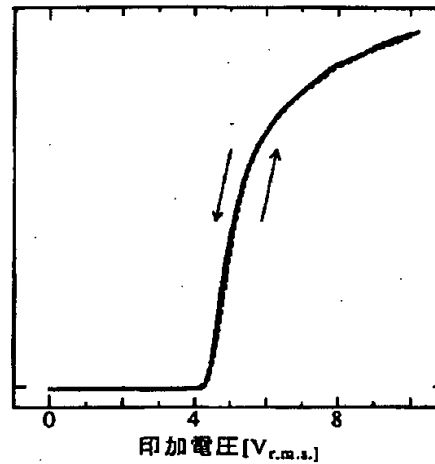
- 1 第一偏光板
- 2 第一透明基板
- 3 第一透明電極
- 4 第二透明電極
- 5 第二基板
- 6 第二偏光板
- 7 液晶層

【図18】

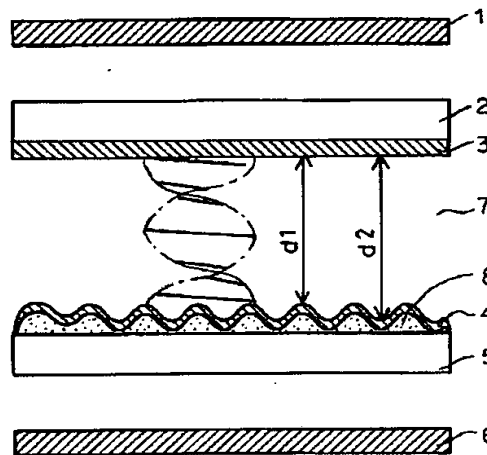


- 10 光反射板兼電極
- 11 位相差補償板
- 12 第一配向膜
- 13 第二配向膜
- 14 領域境界
- 15 液晶分子
- 81 ベース構造
- 82 層間膜

【図2】



【図3】

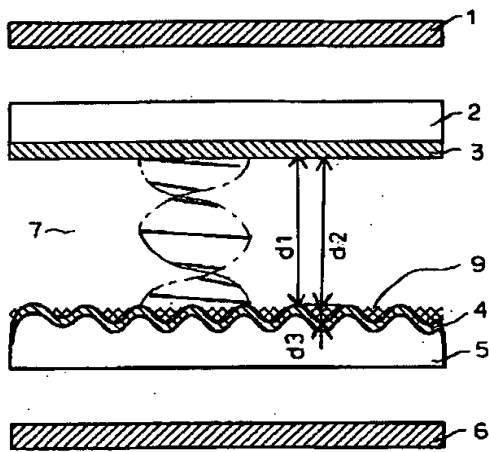


- 1 第一偏光板
- 2 第一透明基板
- 3 第一透明電極
- 4 第二透明電極
- 5 第二基板
- 6 第二偏光板
- 7 液晶層
- 8 粗面化膜

【図17】

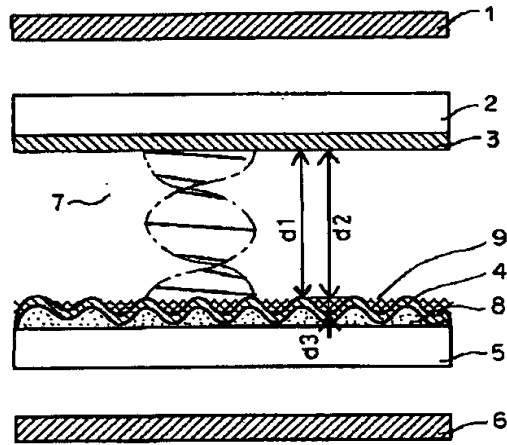


【図 4】



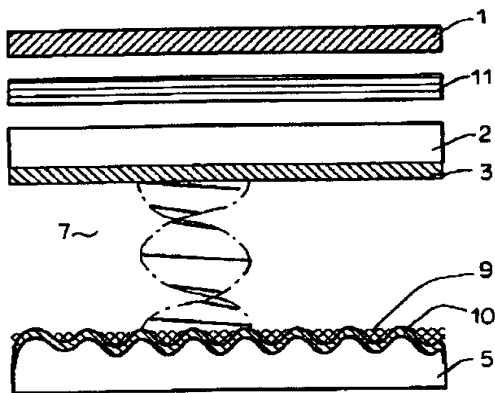
- 1 第一偏光板
- 2 第一透明基板
- 3 第一透明電極
- 4 第二透明電極
- 5 第二基板
- 6 第二偏光板
- 7 液晶層
- 9 レベリング膜

【図 5】



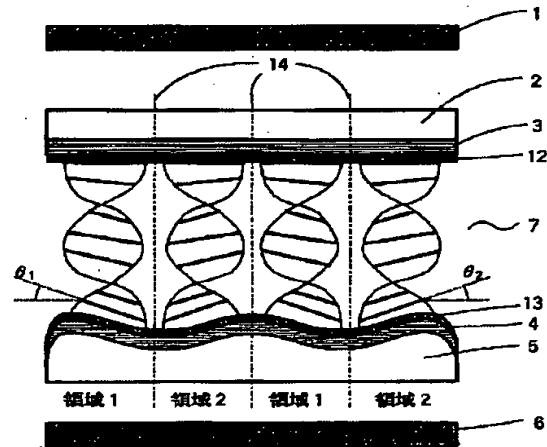
- 1 第一偏光板
- 2 第一透明基板
- 3 第一透明電極
- 4 第二透明電極
- 5 第二基板
- 6 第二偏光板
- 7 液晶層
- 8 粗面化膜
- 9 レベリング膜

【図 6】



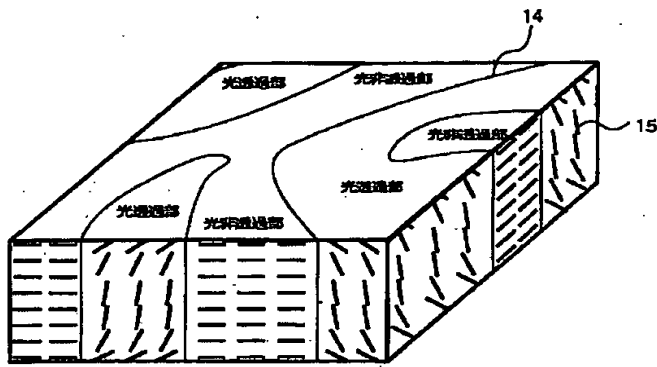
- 1 第一偏光板
- 2 第一透明基板
- 3 第一透明電極
- 5 第二基板
- 7 液晶層
- 9 レベリング膜
- 10 光反射板兼電極
- 11 位相差補償板

【図 7】



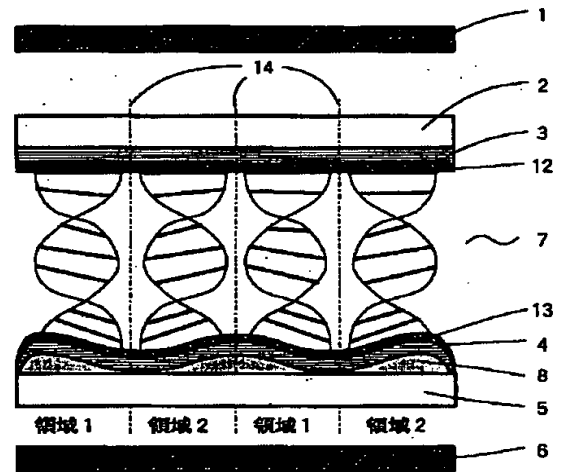
- 1 第一偏光板
- 2 第一透明基板
- 3 第一透明電極
- 4 第二透明電極
- 5 第二基板
- 6 第二偏光板
- 7 液晶層
- 12 第一配向膜
- 13 第二配向膜
- 14 領域境界

【図 8】



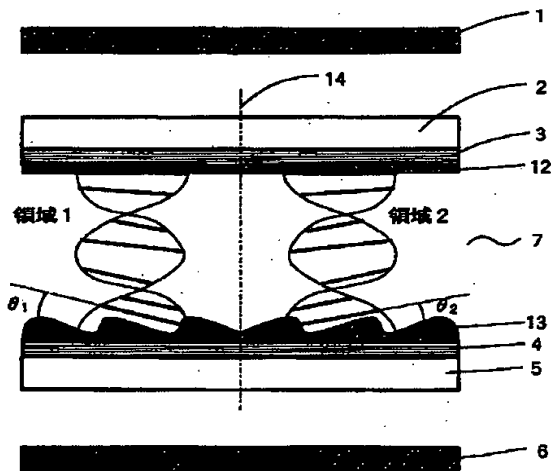
14 領域境界
15 液晶分子

【図 9】



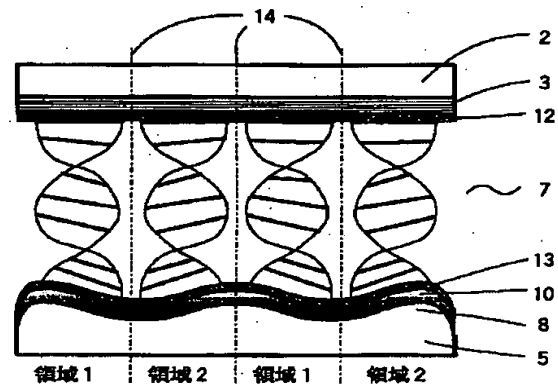
1 第一偏光板
2 第一透明基板
3 第一透明電極
4 第二透明電極
5 第二基板
6 第二偏光板
7 液晶層
8 粗面化膜
12 第一配向膜
13 第二配向膜
14 領域境界

【図 10】



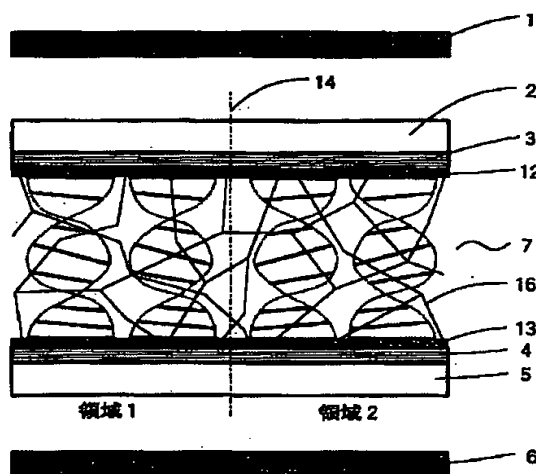
1 第一偏光板
2 第一透明基板
3 第一透明電極
4 第二透明電極
5 第二基板
6 第二偏光板
7 液晶層
12 第一配向膜
13 第二配向膜
14 領域境界

【図 12】



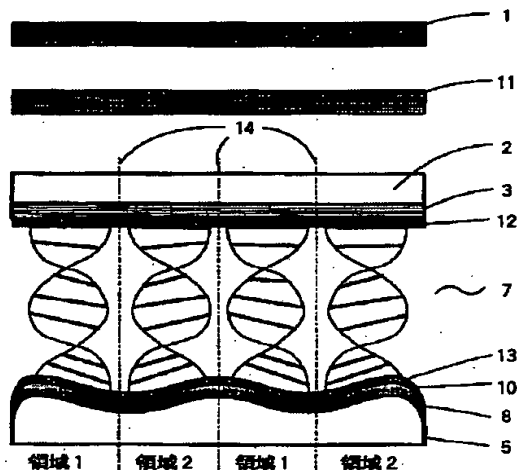
2 第一透明基板
3 第一透明電極
4 第二透明電極
5 第二基板
7 液晶層
10 光反射板兼電極
12 第一配向膜
13 第二配向膜
14 領域境界

【圖11】



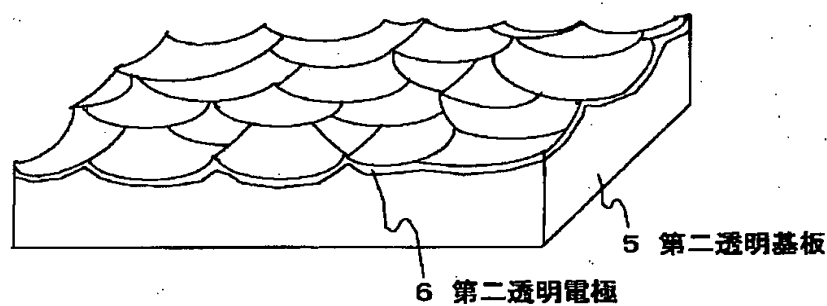
- 1 第一偏光板
- 2 第一透明基板
- 3 第一透明電極
- 4 第二透明電極
- 5 第二基板
- 6 第二偏光板
- 7 液晶層
- 12 第一配向膜
- 13 第二配向膜
- 14 領域境界
- 16 高分子

【圖13】

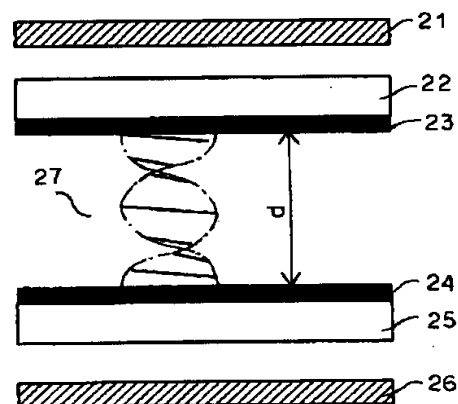


- 1 第一偏光板
- 2 第一透明基板
- 3 第一透明電極
- 4 第二透明電極
- 5 第二基板
- 7 液晶層
- 10 光反射板兼電極
- 11 位相差補償板
- 12 第一配向膜
- 13 第二配向膜
- 14 領域境界

【圖14】

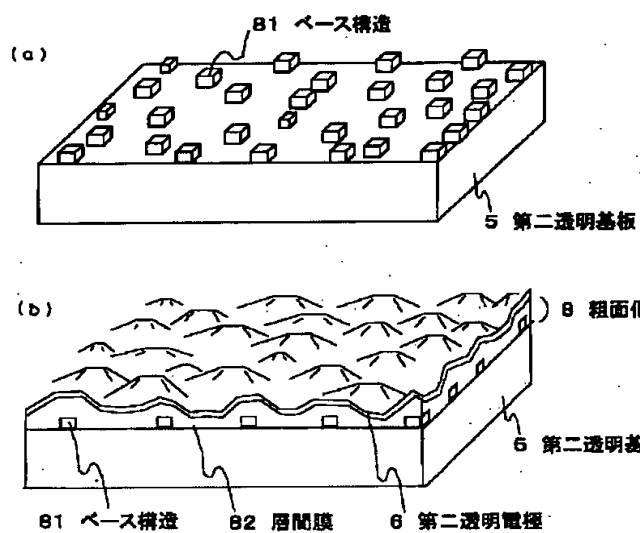


【圖19】

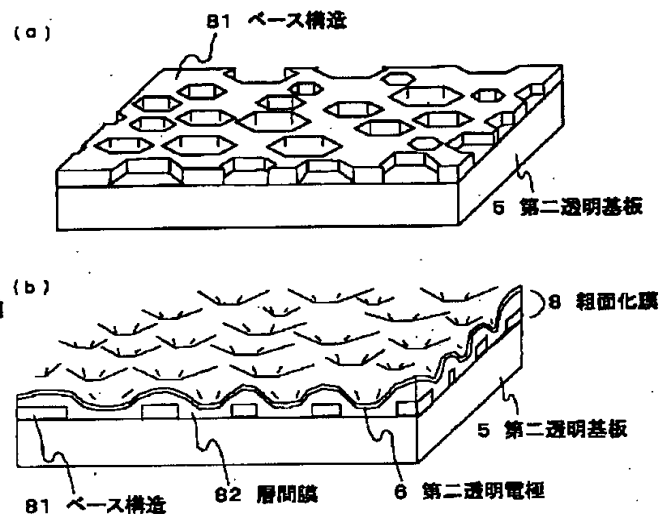


- 21 第一偏光板
- 22 第一透明基板
- 23 第一透明電極
- 24 第二透明電極
- 25 第二基板
- 26 第二偏光板
- 27 液晶層

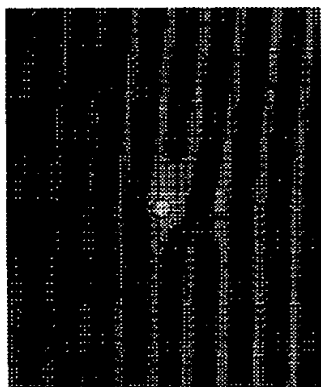
【図15】



【図16】



【図20】



【図21】

